

Носов Д.А., Бадьяров И.Г., Борисова Е.В., Титов Г.П., Щеклеин С.Е.
МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ АЭС С РЕАКТОРОМ РБМК-1000

aes@mail.ustu.ru

ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ имени первого Президента России

Б.Н.Ельцина"

г. Екатеринбург

В статье рассмотрен аналитический тренажер ТОМАС-2 и его возможности по моделированию оборудования и режимов работы реакторов РБМК-1000.

An analytic trainer TOMAS-2 and it's operating modelling opportunities of the RBMK-1000 reactor have been described in this article.

ТОМАС-2 – программно-технический комплекс, позволяющий моделировать нормальные, переходные и аварийные режимы работы АЭС с РБМК-1000. В качестве прототипа выбран 4-ый блок Курской АЭС.

Тренажер ТОМАС-2 предназначен для решения широкого круга задач – самоподготовки экспертов Кризисного Центра, подготовки сценариев противоаварийных учений, анализа и оптимизации противоаварийных инструкций, обучения студентов основам работы оператора РБМК-1000.

Все программное обеспечение функционирует в операционных системах Windows 2000/XP с использованием системы разработки и эксплуатации моделирующих комплексов WinMod. Данная система использовалась также при создании аналитического тренажера ТОМАС-1А, поэтому оба тренажера имеют схожую структуру и особенности.

Нейтронно-физическая модель разработана во ВНИИАЭС и апробирована на полномасштабном тренажере.

Управляющий загрузчик - инструкторская станция интегрирует модели и обеспечивает связь с операторскими станциями, а также сервис инструкторской станции. Это приложение, распределяющее ресурсы моделирующего компьютера между процессами моделирования и функциями инструкторской станции. В число его функций входят:

1. ведение каталога исходных состояний тренажера, возврат моделирования на заданный временной интервал;
2. управление временными характеристиками моделирования;
3. ввод отказов систем и оборудования;
4. дистанционное управление оборудованием, изменение параметров модели;
5. регистрация сигналов и событий в моделируемых технологических системах;
6. наблюдение за значениями моделируемых параметров, изменение параметров, построение и печать графиков процессов;
7. запись и воспроизведение моделируемого процесса.

Приложения управления и визуализации тренажера ТОМАС-2 по своему назначению делятся на три условные категории:

1. Панельная графика (панели) предназначена для графической имитации реальных панелей управления. Они содержат органы управления (ключи, кнопки и т.д.) и контроля (лампы, индикаторы, стрелочные и цифровые приборы), внешний вид, функционирование и расположение которых максимально соответствуют реальному прототипу.

Создание таких панелей осуществляется путем использования фотографий или объемных рисунков хорошего качества.

В настоящий момент панельной графикой реализовано управление логикой СУЗ (рис.1).

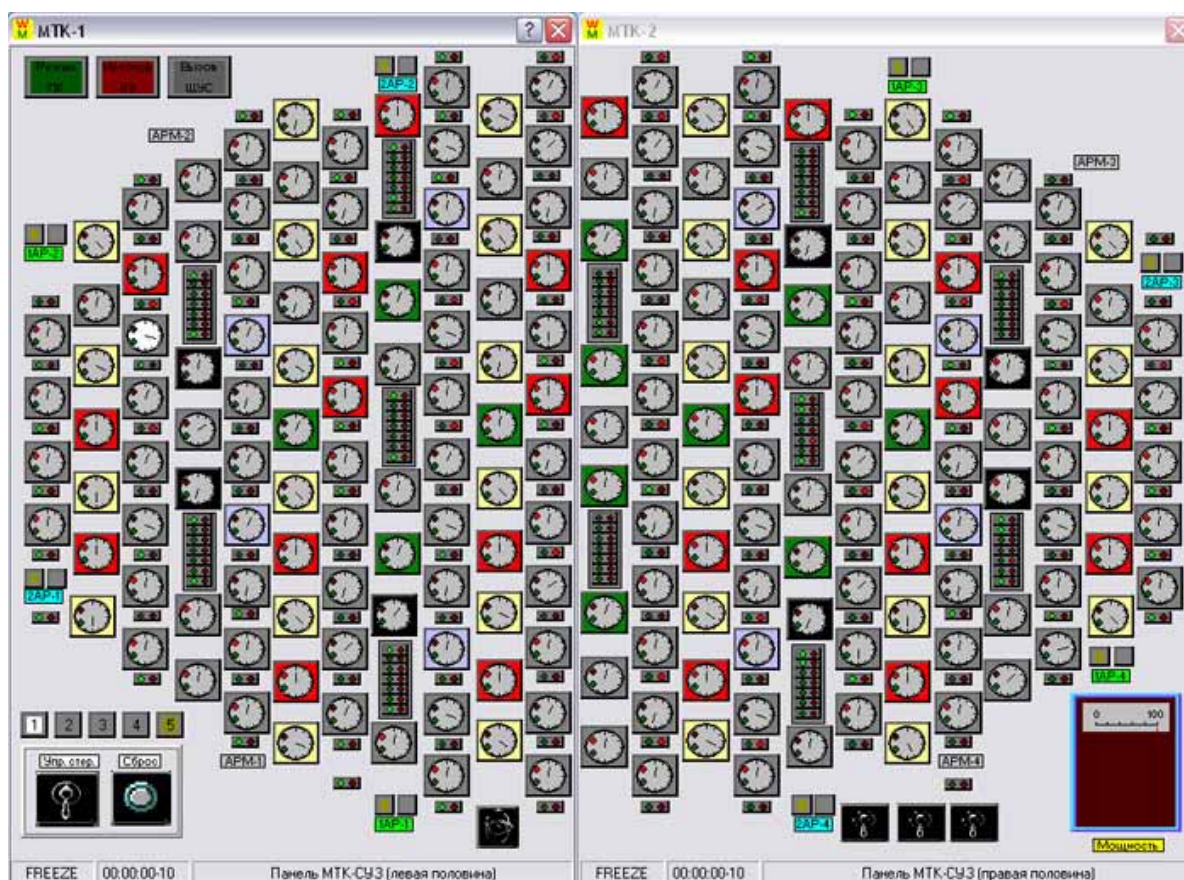


Рис.2. Панели МТК СУЗ, совмещенные с наборным полем.

2. Технологические схемы предназначены для условного отображения оборудования (емкости, насосы, задвижки, регуляторы, реле и т.д.) и их связи между собой в единую систему. К этому типу относятся и электрические схемы. Технологические схемы должны быть наглядными, содержать значения точек контроля и отображать состояние оборудования (включено/выключено, открыто/закрыто, уровни в емкостях и др.). Для этого используются интуитивно понятные динамические примитивы оборудования, меняющие свой цвет и/или положение, а также, при необходимости, имеющие «всплывающие» подсказки с короткими пояснениями. Над органами

управления меняется рисунок курсора мыши, поясняющий принцип и тип управления. Пример такой панели приведен на рис.2.

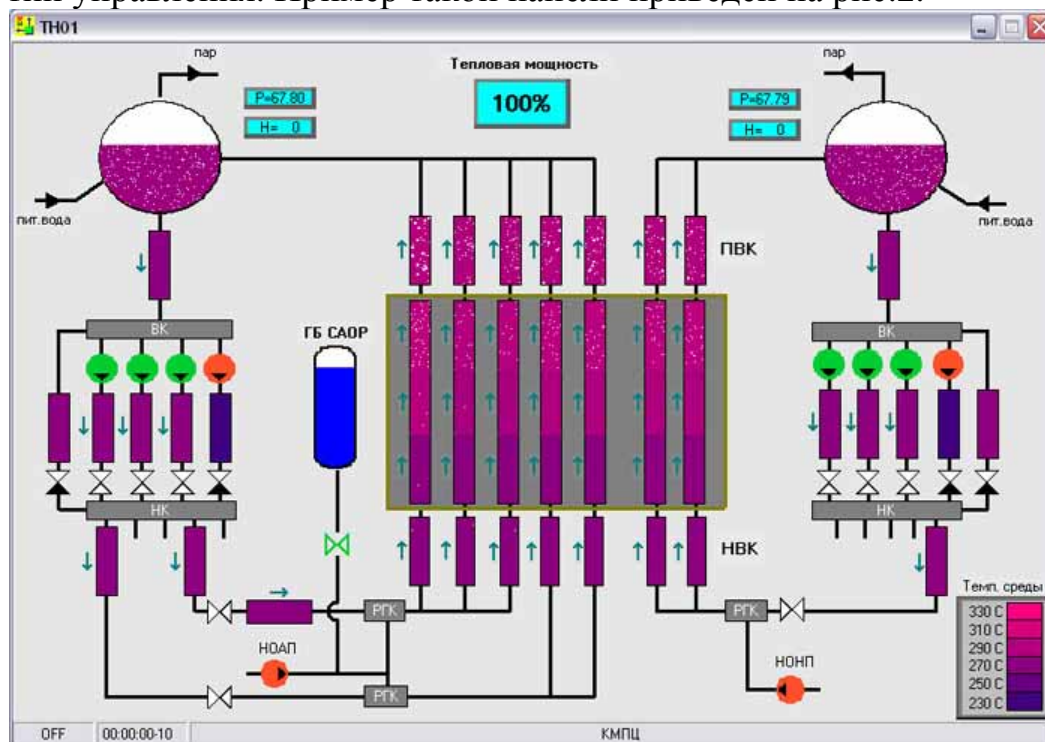


Рис.2. Панель контура многократной принудительной циркуляции.

3. Специальные панели и схемы, визуализирующие протекание физических (кипение, распределение температур и др.) или технологических (перегрузка ТВС и др.) процессов. Для этого, в зависимости от конкретного случая, могут использоваться звуковые эффекты, цифровое видео, анимационные схемы или непосредственно математическая модель визуализации динамики процесса, встроенная в приложение визуализации.

Например, к панелям такого типа относится панель, отображающая радиационную обстановку в радиусе 30 км вокруг станции (рис.3).

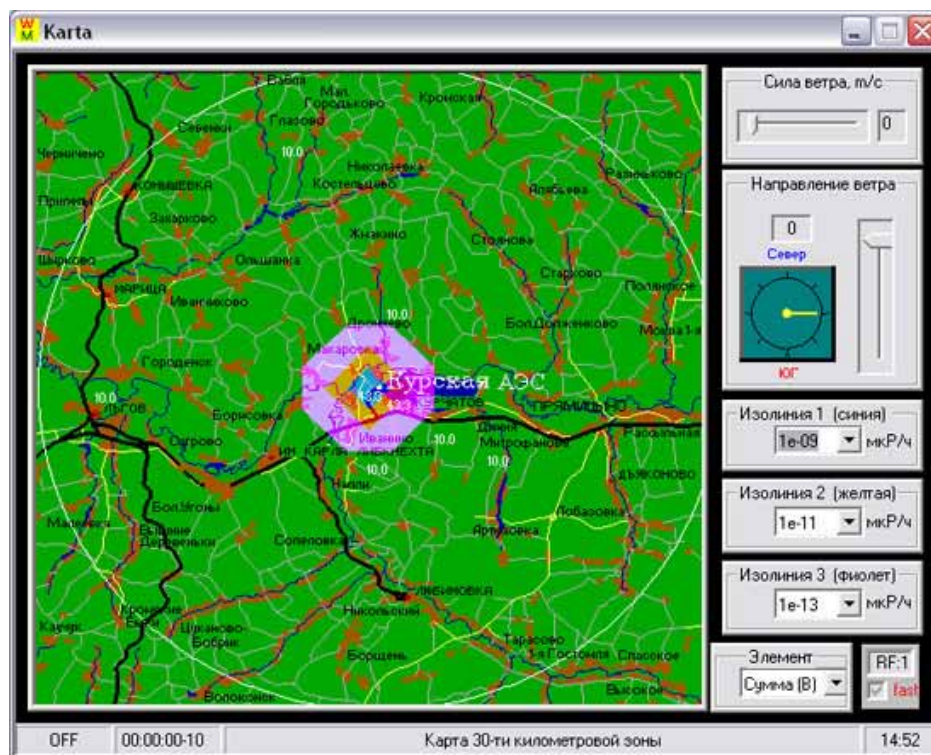


Рис.3. Панель для анализа распространения радиационного загрязнения.

При необходимости имеется возможность из приложения панели или схемы управлять конкретным отказом и дистанционным оборудованием.

Логически связанные между собой панели или схемы имеют вызовы-переходы друг на друга.

Вследствие того, что реакторы РБМК-1000 использовались на Чернобыльской АЭС, особое внимание в тренажере уделено моделированию различных отказов и аварий с возможностью адекватного на них реагирования:

- разрывы различных трубопроводов;
- разгерметизации контуров;
- выход активности;
- неуправляемое движение СУЗ;
- несрабатывание клапанов и регуляторов;
- выход из строя насосов, датчиков и других устройств.

Тренажер ТОМАС-2 непрерывно совершенствуется: исправляются обнаруженные ошибки и неточности, повышается стабильность работы, появляются новые возможности и функции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Е.Ф.Селезнев, А.В.Пряничников, Д.А.Лысов. Верификация программы HEXANS. Отчет ВНИАЭС, 1997.
2. Белоусов Н.И., Бычков С.А., Марчук Ю.В., Пряничников А.В., Программа расчета гетерогенных ячеек и полячеек ядерных реакторов (программа GETERA). ОФАП ЯР, ном. рег. 00237, 1991г.

3. P.S.Andersen and S.Fabic Theoretical foundation of an advanced simulation method for power plant thermohydraulics. Dynatrek, Inc., 2115 E.Jefferson St. Rockville, MD 20852.
4. Канальный ядерный энергетический реактор РБМК. Абрамов М.А., Авдеев В.И., Адамов Е.О. и др.: Под ред. Ю.М. Черкашова. - М.: ГУП НИКИЭТ, 2006. - 632с.
5. Теория тепломассообмена: Учебник для технических вузов/ С.И.Исаев, И.А.Кожин, В.И.Кофанов и др.: Под ред. А.И.Леонтьева. - М.: Высшая школа, 1979. - 495с.

Носов Д.А., Бадьяров И.Г., Борисова Е.В., Титов Г.П., Щеклеин С.Е.,
МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ АЭС С РЕАКТОРОМ БН-800

aes@mail.ustu.ru

ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ имени первого Президента России

Б.Н.Ельцина"

г. Екатеринбург

В статье рассмотрен аналитический тренажер БН-800 и его возможности по моделированию оборудования и режимов работы строящегося перспективного 3-го энергоблока Белоярской АЭС.

An analytic trainer BN-800 and it's operating modelling opportunities of BAES perspective 3rd energy block have been described in this article.

Тренажер разработан с целью оснащения УГТУ-УПИ техническим средством обучения студентов, обеспечивающим углубленное усвоение физических и тепло-гидравлических процессов в системах и оборудовании энергоблока с реактором БН800.

Моторное и информационное поля аналитического тренажера реализуются на мониторах компьютеров с использованием специальных средств предоставления цифровой и графической информации, что позволяет проводить на тренажере практические занятия с целью закрепления и углубления теоретических знаний, получаемых студентами вуза по основным физическим, теплофизическим и тепло- гидравлическим процессам, сопровождающим работу энергоблока АЭС с реактором БН-800.

Тренажер может быть также использован для поддержания квалификации оперативного персонала АЭС с реактором БН-800 в части фундаментальной подготовки.

Архитектура вычислительного комплекса позволяет иметь различные конфигурации тренажера, как для совместной работы обучаемого и преподавателя, так и для самостоятельной работы обучаемого.

Соответственно, аппаратная конфигурация тренажера может варьироваться от нескольких персональных компьютеров объединенных в локальную сеть до одной рабочей станции (рис.1).

В максимальной конфигурации тренажер будет включать в себя ЭВМ-сервер, по одной ЭВМ на пять рабочих мест студентов, одна ЭВМ рабочего